

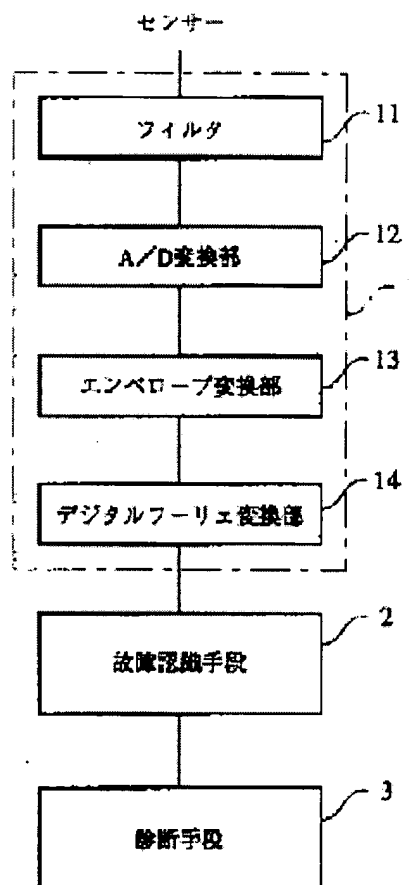
VIBRATION DIAGNOSING DEVICE FOR BEARING OF ROTATION SHAFT

Patent number: JP7190849
Publication date: 1995-07-28
Inventor: HOSHI HIKARI
Applicant: TOSHIBA CORP
Classification:
- **International:** G01H17/00
- **European:**
Application number: JP19930347238 19931227
Priority number(s):

Abstract of JP7190849

PURPOSE: To enable sure diagnosing of various kinds of failures including noise vibration, and prevent an erroneous diagnosis.

CONSTITUTION: Provided are a frequency analyzer 1 to analyze in spectrum the envelope waveform of vibration signals in a rotation shaft system and take out the spectrum component, a failure recognition means 2 constituted of a neural network which studies the relation between the spectrum component and the kind of failure by inputting in advance the spectrum components of failure relating to the rotation shaft system and outputs the signals of each different operation result for the input of spectrum components obtained from a certain kind of failure relating to the rotation shaft system, a complex failure of overlapping a plurality of failures and the noise vibration other than the rotation shaft system, and a diagnosing means 3 to judge the kind of failure based on the amplitude of the signals of the operation results obtained from the failure recognition means.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-190849

(43)公開日 平成7年(1995)7月28日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 1 H 17/00

識別記号

庁内整理番号

A

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-347238

(22)出願日 平成5年(1993)12月27日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 星 光

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝

府中工場内

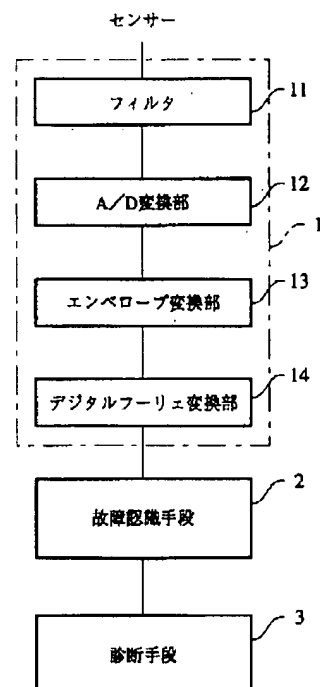
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 回転軸受け振動診断装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、ノイズ振動を含む種々の種類の故障を確実に診断可能とし、これにより誤診断を未然に防止することにある。

【構成】 回転軸系統の振動信号のエンベロープ波形をスペクトル分析し、スペクトル成分を取り出す周波数分析器1と、予め回転軸系統に関する故障の前記スペクトル成分を入力して当該スペクトル成分と故障の種類との関係を学習し、前記回転軸系統に関するある種類の故障、複数種類の故障が重なり合う複合故障および回転軸系統以外のノイズ振動によって得られる前記スペクトル成分の入力に対し、それぞれ異なる演算結果の信号を出力するニューラルネットワークからなる故障認識手段2と、この故障認識手段から得られる演算結果の信号の大きさに基づいて故障の種類を判定する診断手段3とを設けた回転軸受け振動診断装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転軸系統の振動のエンベロープ波形をスペクトル分析し、得られるスペクトル成分から故障を診断する回転軸受け振動診断装置において、

予め回転軸系統に関係する故障の前記スペクトル成分を入力し当該スペクトル成分と故障の種類との関係を記憶し、前記回転軸系統に関係するある種類の故障、複数種類の故障が重なり合う複合故障および回転軸系統以外のノイズ振動によって得られる前記スペクトル成分の入力に対し、それぞれ異なる演算結果の信号を出力する故障認識手段と、

この故障認識手段から得られる演算結果の信号の大きさに基づいて故障の種類を判定する診断手段と、を備えたことを特徴とする回転軸受け振動診断装置。

【請求項 2】 回転軸系統の振動のエンベロープ波形をスペクトル分析し、得られるスペクトル成分から故障を診断する回転軸受け振動診断装置において、

予め回転軸系統に関係する故障の前記スペクトル成分を入力し当該スペクトル成分と故障の種類との関係を記憶し、前記回転軸系統に関係するある種類の故障、複数種類の故障が重なり合う複合故障および回転軸系統以外のノイズ振動によって得られる前記スペクトル成分の入力に対し、それぞれ異なる演算結果の信号を出力する故障認識手段と、

この故障認識手段から得られる演算結果の信号の大きさに基づいて故障の種類を判定する診断手段と、

この診断手段の判定結果に基づいて診断結果の説明を行うメッセージ作成出力手段と、

を備えたことを特徴とする回転軸受け振動診断装置。

【請求項 3】 故障認識手段は、ニューラルネットワークが用いられ、スペクトル成分と故障の種類との関係を学習させることによる結合重み係数として、

a. ある特定の種類の故障のときだけ現れるスペクトル成分を入力する入力層のニューロンと前記ある特定の種類の故障を表すために用意された出力層のあるニューロンとの間の結合重み係数には正の値を設定し、

b. 前記ある特定の種類の故障のときだけ現れるスペクトル成分を入力する入力層のニューロンと、別の種類の故障を表すために用意された出力層のあるニューロンとの間の結合重み係数には負の値を設定し、

c. 回転軸系統に関係する種類の故障とは関係のない故障のスペクトル成分を入力するニューロンと出力層のニューロンとの間の結合重み係数には、そのスペクトル成分の値がどの種類の故障でも一定値をもつような場合には負の値を設定し、前記スペクトル成分の値がランダムに変化する場合にはほぼゼロに近い値を設定し、

前記回転軸系統に関係する種類の故障、複合故障および前記ノイズ振動によって得られるスペクトル成分に対し、それぞれ異なる演算結果の信号を出力することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の回転軸受け振動

診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は回転機の回転軸受け系統に発生する振動の種類（故障の種類）を診断する回転軸受け振動診断装置の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 モータの回転軸受け系統の故障には種々の種類の故障が考えられるが、この故障の種類に応じてスペクトルの現れ方が異なってくる。例えば回転軸受けに傷が付いている場合には、その傷の付いている位置と回転軸受けの構造とから異常振動のピッチ周波数が計算可能であり、またスペクトル成分上からみればピッチ周波数の間隔ごとに複数の高調波成分が発生することも分かる。さらに、この異常振動時のエンベロープ波形のスペクトルからピッチ周波数およびその高調波成分を観測することができる。

【0003】 そこで、従来のモータ軸受け振動診断装置は、異常振動の特徴を利用し、その異常振動時に現れる特定のスペクトル成分または複数のスペクトル成分ごとにそれぞれしきい値を設定し、振動のスペクトル成分が予め設定されたしきい値を越えたとき、故障であると判定する方式をとっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、診断対象となる回転機は、種々の環境下に設置されるが、回転軸受け系統に係わる故障以外の現象、つまり環境からのノイズ振動の影響を受ける場合が多い。しかも、このノイズ振動の中には故障スペクトルとよく似たピークをもつものが多く、誤診断の原因となる場合がある。

【0005】 そこで、従来、このような誤診断を防止する手段として、故障スペクトル成分のしきい値を大きめに設定したり、複数回の診断を繰り返すことにより、誤診断の確率を少なくすることが行われている。

【0006】 しかし、このような診断の方法は、ノイズ振動に対する対策として不十分であるだけでなく、複数回の診断を繰り返すことから迅速に診断結果が得られず、診断作業の効率が悪いなどの問題がある。また、故障が発生した場合でもその故障の種類を正確に特定できないばかりか、回転軸受けの複数種類の故障が重なり合う複合故障のとき、その複合故障であることを判定できない問題がある。

【0007】 本発明は上記実情に鑑みてなされたもので、ノイズ振動を含む種々の種類の故障を確実に診断可能とし、これにより誤診断を未然に防止する回転軸受け振動診断装置を提供することを目的とする。

【0008】 また、本発明の他の目的は、種々の診断結果の内容を報知し、迅速なメンテナンスの向上に貢献する回転軸受け振動診断装置を提供することにある。

【0009】

3

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に対応する発明は、回転軸系統の振動のエンベロープ波形をスペクトル分析し、得られるスペクトル成分から故障を診断する回転軸受け振動診断装置において、予め回転軸系統に関係する故障の前記スペクトル成分を入力し当該スペクトル成分と故障の種類との関係を記憶し、前記回転軸系統に関係するある種類の故障、複数種類の故障が重なり合う複合故障および回転軸系統以外のノイズ振動によって得られる前記スペクトル成分の入力に対し、それぞれ異なる演算結果の信号を出力する故障認識手段と、この故障認識手段から得られる演算結果の信号の大きさに基づいて故障の種類を判定する診断手段とを備えた回転軸受け振動診断装置である。

【0010】次に、請求項2に対応する発明は、回転軸系統の振動のエンベロープ波形をスペクトル分析し、得られるスペクトル成分から故障を診断する回転軸受け振動診断装置において、予め回転軸系統に関係する故障の前記スペクトル成分を入力し当該スペクトル成分と故障の種類との関係を記憶し、前記回転軸系統に関係するある種類の故障、複数種類の故障が重なり合う複合故障および回転軸系統以外のノイズ振動によって得られる前記スペクトル成分の入力に対し、それぞれ異なる演算結果の信号を出力する故障認識手段と、この故障認識手段から得られる演算結果の信号の大きさに基づいて故障の種類を判定する診断手段と、この診断手段の判定結果に基づいて診断結果の説明を行うメッセージ作成出力手段とを設けた回転軸受け振動診断装置である。

【0011】請求項3に対応する発明は、請求項1、請求項2に対応する発明の故障認識手段として、ニューラルネットワークが用いられ、スペクトル成分と故障の種類との関係を学習させることによる結合重み係数として、

- a. ある特定の種類の故障のときだけ現れるスペクトル成分を入力する入力層のニューロンと前記ある特定の種類の故障を表すために用意された出力層のあるニューロンとの間の結合重み係数には正の値を設定し、
- b. 前記ある特定の種類の故障のときだけ現れるスペクトル成分を入力する入力層のニューロンと、別の種類の故障を表すために用意された出力層のあるニューロンとの間の結合重み係数には負の値を設定し、
- c. 回転軸系統に関係する種類の故障とは関係のない故障のスペクトル成分を入力するニューロンと出力層のニューロンとの間の結合重み係数には、そのスペクトル成分の値がどの種類の故障でも一定値をもつような場合には負の値を設定し、前記スペクトル成分の値がランダムに変化する場合にはほぼゼロに近い値を設定し、前記回転軸系統に関係する種類の故障、複合故障および前記ノイズ振動によって得られるスペクトル成分に対し、それぞれ異なる演算結果の信号を出力するものである。

【0012】

4

【作用】従って、請求項1に対応する発明は、以上のような手段を講じたことにより、故障認識手段では、予め回転軸系統に関係する故障のスペクトル成分を入力し当該スペクトル成分と故障の種類との関係を記憶するとともに、回転軸系統に関係するある種類の故障、複数種類の故障が重なり合う複合故障および回転軸系統以外のノイズ振動によるスペクトル成分の入力に対し、それぞれ異なる演算結果の信号を出力するようにしているので、その演算結果の信号からある種類の故障、複合故障および回転軸系統以外のノイズ振動を適切に判定でき、確実に誤診断を防ぐことができる。

【0013】次に、請求項2に対応する発明は、故障認識手段から得られる演算結果の信号に基づいて診断手段が故障の種類を判定するが、この診断手段の判定結果に基づいてメッセージ作成出力手段では、故障の種類およびメンテナンスに必要な情報を報知するので、迅速に必要な処置を講じることができる。

【0014】さらに、請求項3に対応する発明は、スペクトル成分と故障の種類との関係を学習させることによる結合重み係数として、種々の故障の状態に応じて正の値、負の値およびほぼゼロに近い値を設定することにより、回転軸系統に関係する種類の故障、複合故障および前記ノイズ振動によって得られるスペクトル成分に対し、それぞれ異なる演算結果の信号を適切に出力でき、ひいては確実、かつ、誤診断なく診断結果を出力できる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0016】図1は本発明装置の一実施例を示す構成図である。この診断装置は、センサーによって観測された振動信号からエンベロープ波形のスペクトル成分を取り出す周波数分析器1と、この周波数分析器1で取り出されたスペクトル成分に基づいて回転軸系統に係わるある種類の故障、複数種類の故障が重なり合う複合故障および回転軸系統に係わる故障以外のノイズ振動等を認識し、それぞれ異なる演算結果の信号を出力し、結果として誤認識を起こす原因の回転軸系統に係わる故障に関係しないノイズ振動成分を除去可能とする故障認識手段2と、この故障認識手段2の演算結果の信号から回転軸系統に係わる故障、つまりある種類の故障および複数種類の複合故障を判定する診断手段3とによって構成されている。

【0017】前記周波数分析器1は、センサーからのアナログ信号のうち所要とする周波数帯域だけの信号を取り出すフィルタ11、このフィルタ11の出力であるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換部12、このA/D変換部12で変換されたデジタル信号をエンベロープ変換することにより回転軸系統のうなり振動の特性、つまりエンベロープ波形を求めるエンベロー

ブ変換部13、このエンベロープ変換部13のエンベロープ波形を周波数分析してスペクトル成分を取り出すデジタルフーリエ変換部14などが設けられ、このスペクトル成分は故障認識手段2に送出される。

【0018】この故障認識手段2は、図2に示すようなニューラルネットワークで構成されている。このニューラルネットワークは、診断に使用するスペクトル成分数をN、診断する故障種類数をMとすると、入力層を構成するニューロン21のニューロン数をN、出力層を構成するニューロン22のニューロン数をMとする2層の層状結合型ニューラルネットワークによって構成される。このニューラルネットワークにおいては、入力層のニューロン21と出力層のニューロン22との間に結合重み係数が設定されるが、この結合重み係数は学習という操作に基づいて設定される。

【0019】具体的には、入力層のニューロンiに過去の故障時に観測され、または理論的に観測されるべき振動のスペクトル成分を入力し、このとき出力層から得られるビット列データと教師信号発生部23から前記故障時の観測の故障の種類を表すビット列データ（教師信号）とを比較し、これら両ビット列データが等しくなるように可変しながら結合重み係数を学習し、ネットワーク内に記憶する。つまり、振動のスペクトル成分と故障種類との関係を学習し、ネットワーク内に結合重み係数という形で記憶する。

【0020】そして、実際の故障診断時、周波数分析器1から得られる振動スペクトル成分を入力層のi番目のニューロンiに与え、出力層側の所要のニューロンから得られる演算結果の信号を診断手段3に送出し、故障の種類を判定するものである。

【0021】この診断手段3は、予めしきい値が設定され、故障認識手段2の出力値が予め定めたとしきい値を越えたときに故障有りと判定する一方、予め出力層を構成するニューロン22、…ごとに故障の種類が割り当てられ、最も大きな信号を出力するニューロン22が表している故障を第1の故障の種類と判定し、その他のニューロン22の出力値の大きさに順に故障の種類と判定し、複数のニューロンからほぼ同じ大きさの値の信号が出たとき、それら複数のニューロンに係わる複数の故障が重なり合う複合故障と判定するものである。

【0022】次に、以上のように構成された装置の動作について説明する。

【0023】今、センサからの信号は、フィルタ11に導入され、ここで低周波域の電気振動ノイズを除去する。この低周波域のノイズ成分を除去した後の信号は、A/D変換部12でデジタル変換され、さらにエンベロープ変換部13でエンベロープ波形を求めた後、デジタルフーリエ変換部14によりエンベロープ波形を周波数分析して周期性のない高域ノイズを除去した振動のスペクトル成分を取り出し、故障認識手段2を構成するニュー

ラルネットワークの入力層21に供給する。

【0024】このニューラルネットワークでは、ニューロン21の出力に予め学習して得られる結合重み係数を掛け合わせて次層である例えば出力層の各ニューロン22に inputs する。この出力層を構成する各ニューロン22は、結合重み係数を掛け合わせて送られてくる信号を全て合計演算し、その演算結果である合計値を診断手段3に送出する。

【0025】ここで、ニューラルネットワークにおける結合重み係数の学習について述べる。この結合重み係数は、例えば一般的な学習法（バックプロパゲーション法）によって決定する。具体的には、

a. 出力層の各ニューロン22に対し、ある故障に応じた教師信号を割り当てる。

【0026】b. 入力層の各ニューロン21には学習に使用するスペクトル値を割り付け入力する。

【0027】c. 入力層の各ニューロン21の出力は出力層の各ニューロン22と結合されるが、それぞれの結合ごとにニューロン21の出力と結合重み係数とを乗算し出力層の各ニューロン22の inputs とする。

【0028】d. 出力層の各ニューロン22は結合関係にある各ニューロン21からの乗算信号を受けとり、それら乗算信号の合計値を出力値とする。

【0029】e. 出力値の決まった当該ニューロン22には次のような教師信号を与える。つまり、回転軸系統のある種類の故障の振動スペクトルに対し、当該種類の故障を表す出力層のあるニューロン22には教師信号「1」を、それ以外の出力層を構成する他のニューロン22には教師信号「0」を与え、これらニューロン22の出力値と教師信号との間の誤差を求める。

【0030】f. この誤差値と入力層ニューロン21の出力値とを掛け、さらに定数 α (>0 , <1 の値)を掛け、得られた値を入力層と出力層との間の結合重み係数の修正量とし、その時点の結合重み係数の値に加算していく。

【0031】このようなa～fによる一連の処理は、用意した全てのデータについて、出力層のニューロン22の出力値と教師信号発生部23の教師信号との誤差の自乗の和が予め設定されたしきい値以下になるまで実施する。このような学習操作によって入力層のニューロン21と出力層のニューロン22との間の結合重み係数を決定することが可能となる。

【0032】その結果、以上のような学習操作により、次のような特徴を有する結合重み係数をセットできる。

【0033】イ. ある種類の故障Aのときだけ現れるスペクトル成分を入力する入力層のニューロン21とその種類の故障Aを表すために用意された出力層のあるニューロン22との間の結合重み係数には正の値が設定される。

【0034】ロ. ある種類の故障Aのときだけ現れるス

ベクトル成分を入力する入力層のニューロン21と、別の種類の故障Bを表すために用意された出力層のあるニューロン22との間の結合重み係数には負の値が設定される。

【0035】ハ、特定の種類の故障とは関係のないスペクトル成分を入力するニューロン21と出力層のニューロン22との間の結合重み係数の場合には次の2通りの設定方法が適用される。つまり、

ハ-1、そのスペクトル成分の値がどの種類の故障でも一定値をもつような場合には負の値が設定される。

【0036】ハ-2、そのスペクトル成分の値がランダムに変化する場合にはゼロに近い値が設定される。

【0037】従って、以上のような結合重み係数をニューラルネットワークの入力層と出力層との結合ラインに設定すれば、周波数分析器1のスペクトル成分の中に故障の種類と関係のあるスペクトル成分が多く含まれるほど、出力層のあるニューロン22からの出力値が大きくなる。一方、学習時と異なるパターンのスペクトル成分を入力した場合にはニューロン22の出力はあまり大きな値とならない。このことは、ニューラルネットワークを利用すれば、従来のように単純にスペクトル成分を用いて判断する場合に比べてノイズ振動の影響を受けにくくなる。

【0038】また、周波数分析器1の出力であるスペクトル分析結果をニューラルネットワークに伝達する場合、スペクトル分析結果の一部を取り出してニューラルネットワークに入力することにより、ノイズの重畳しやすい成分を取り除くことができる。さらに、ニューラルネットワークの出力値として0から1の実数値列を出力するが、診断手段3ではその中から出力値の大きいものを選択すれば、ニューラルネットワークの意味の無い出力、例えばノイズ振動などを取り除くことができる。

【0039】次に、本発明装置を実際の機器に適用したときの具体例を説明する。

【0040】(具体例1) 図3は小型モータの振動信号前処理装置に本発明装置を適用した一構成例を示す図である。この前処理装置は、故障認識手段2を構成するニューラルネットワークに予め故障の種類とスペクトル成分との関係を学習させた後、観測された振動スペクトルの前処理を行うものである。

【0041】この装置は、周波数分析器1と、ニューラルネットワーク構成の故障認識手段2と、診断手段3と、診断結果の値をホストコンピュータに送出するインターフェイス31とによって構成されている。そのうち、周波数分析器1のフィルタ11には1.5KHz以下の信号成分をカットする特性のものが用いられる。また、故障認識手段2としてのニューラルネットワークは、図4に示すように64個の入力層ニューロン32、4個の出力層ニューロン33～36が用いられている。そして、このニューラルネットワークは利用に先だって次のような前

処理が行われる。

(a) 診断対象である小型モータと同型のモータに関する軸受けの玉、外輪、内輪の各故障振動と平常時の振動とを収集し、エンベロープ処理結果の周波数分析を行い、スペクトル成分を取り出す。

(b) 次に、前記(a)によって作成された各スペクトル成分に対する故障の種類を調査し、玉傷の場合には出力層ニューロン33、外輪傷の場合には出力層ニューロン34、内輪傷の場合には出力層ニューロン35、平常時の場合には出力層ニューロン36からそれぞれ「1」を出力するように、各スペクトル成分値と故障の種類とをニューラルネットワークに学習させる。

【0042】従って、以上のような装置の構成によれば、診断対象である小型モータの振動信号をセンサによって検出して周波数分析器1に導入すると、ここでは低周波成分がカットされた後、エンベロープがとられ、さらに周波数分析された結果によって得られるスペクトル成分の数値列が図4に示すニューラルネットワークで処理される。このニューラルネットワークの処理結果は、診断手段3により振動原因(故障の種類)の情報に変換出力される。この診断手段3の出力である振動原因の候補はインターフェイス31を介してホストコンピュータに送出され、必要なデータ処理が行われる。

【0043】(具体例2) 図5は小型モータの軸受け振動診断装置の一具体例を示す図である。

【0044】この装置は、周波数分析器1、故障認識手段2、診断手段3の他、故障認識手段2を構成するニューラルネットワークの結合重み係数を記憶する係数記憶手段41、予め故障の種類その他故障のメンテナンスに必要なメッセージデータを記憶するメッセージデータ記憶手段42および診断手段3の出力結果に基づいてメッセージデータ記憶手段42から必要なメッセージデータを取り出して診断結果の説明を行うメッセージ作成出力手段43等によって構成されている。

【0045】前記係数メモリ2aに記憶する結合重み係数は次のような処理によって作成される。

(a) 先ず、診断対象となる型のモータと軸受けの構造とから当該モータの軸受けの傷に関するピッチ周波数を計算する。この計算結果のピッチ周波数とその高調波、振動のサンプル周期とから、軸受けの傷の位置別にエンベロープ波形のスペクトル成分を求める。

(b) 次に、求めたスペクトル成分と傷の位置の情報とを用いて、傷の位置とスペクトル成分毎の関係をニューラルネットワークに学習させる。

(c) このようにして求めたニューラルネットワークの結合重み係数は係数記憶手段41に記憶しておく。

【0046】しかる後、センサーから得られるモータの振動スペクトル成分がニューラルネットワークに入力され、係数記憶手段41から結合重み係数を取り出してニューラルネットワークに設定し、そのときのニューラル

ネットワークの出力層ニューロンから演算結果の信号を診断手段3に送出し、振動の種類を判定する。このとき、予め係数記憶手段41に結合重み係数が記憶されているので、電源の投入後何時でも診断装置として利用が可能である。

【0047】一方、メッセージ作成出力部43では、診断手段3から得られた診断結果について、メッセージデータ記憶手段42から必要なメッセージデータを取り出して出力するが、このとき診断結果の解釈は例えば図6に示すようなアルゴリズムに従って解釈を行うものとする。

【0048】先ず、故障種類別に演算結果の絶対値の合計を求める(ST1)。その後、絶対値の大きさがしきい値以下であるか否かを判断する(ST2)。ここで、絶対値の大きさがしきい値以下であるが、診断結果の信号の値が比較的大きさか小さいかを判断し(ST3)、小さい場合には正常であること(ST4)、大きい場合には原因不明であると判断し(ST5)、メッセージデータ記憶手段42から対応するメッセージデータを取り出して出力する。

【0049】次に、絶対値の大きさがしきい値を越えたとき、正の演算結果と負の演算結果との比率を計算し(ST6)、その比率計算結果から何れが大きいかを判断する(ST7)。ここで、正の演算結果と負の演算結果とがほぼ等しい場合、該当種類の故障を含む複合故障と判断し(ST8)、正の演算結果が大きい場合には該当種類の故障だけと判断し(ST9)、さらに負の演算結果が大きい場合には別の種類の故障であると判断し(ST10)し、それぞれ対応するメッセージデータを取り出して出力する。

【0050】なお、上記実施例では、小型モータを例に上げて説明したが、大型モータその他モータ以外の回転

機器の回転軸受けの振動発生の場合でも同様に適用できる。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、次のような種々の効果を奏する。

【0052】請求項1、3の発明は、ノイズ振動を含む種々の種類の故障を確実に診断でき、故障の状態等に応じて故障認識手段からそれぞれ異なる演算結果の信号を出力できるので、確実、かつ、誤診断なく適切な診断結果を出力できる。

【0053】次に、請求項2、3の発明は、種々の診断結果の内容に応じてメンテナンス上必要なメッセージを報知するので、メンテナンスの迅速化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる回転軸受け振動診断装置の一実施例を示す構成図。

【図2】図1に示す故障認識手段の一例としてのニューラルネットワークの構成図。

【図3】本発明装置の具体的な適用例を示す構成図。

【図4】図3の適用例に用いるニューラルネットワークの構成図。

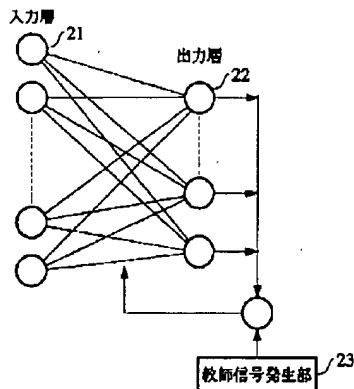
【図5】本発明装置の他の実施例を示す構成図。

【図6】図5に示すメッセージ作成出力手段の動作を説明する図。

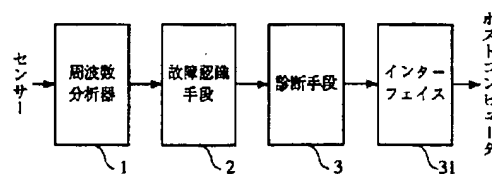
【符号の説明】

1…周波数分析器、2…故障認識手段、3…診断手段、11…フィルタ、12…A/D変換部、13…エンベロープ変換部、14…デジタルフーリエ変換部、43…メッセージ作成出力手段。

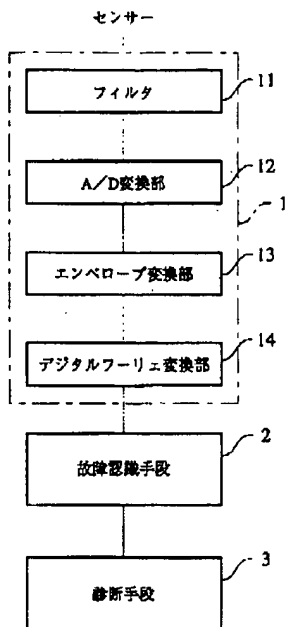
【図2】



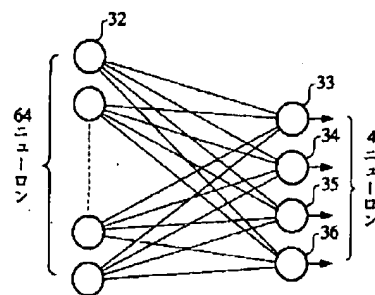
【図3】



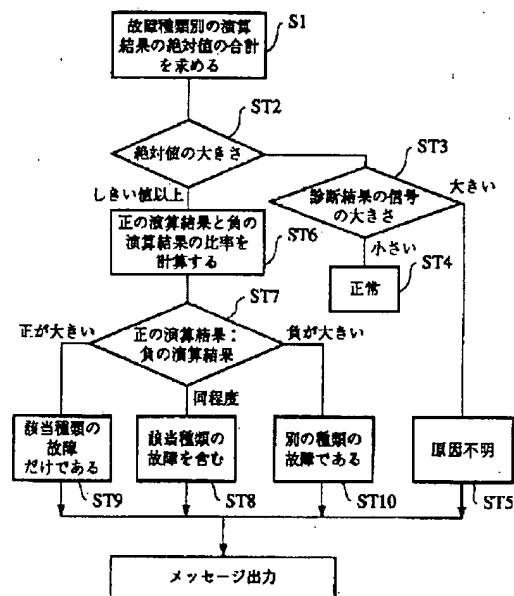
【図1】



【図4】



【図6】



【図5】

